



Exemples de ravages occasionnés par la pratique du « Tavy » à Madagascar.  
(d'après photos Ph. Ballan)

Photo du haut. De vastes zones sont rendues stériles, seuls les bas-fonds conservant de la végétation.

Photo du bas. Extension de la pratique des tavis à une bambouseraie.

# LES SYSTEMES INTÉGRÉS, APPROCHE AGRONOMIQUE DU DÉVELOPPEMENT AGRICOLE DURABLE

**Philippe VIAUX**

Le concept d'agriculture durable reste pour beaucoup un concept abstrait. Dans ce qui suit, nous vous en proposons une déclinaison concrète: les systèmes intégrés. Les systèmes intégrés ne sont le plus souvent que la mise en oeuvre de connaissances agronomiques et écologiques classiques, mais souvent oubliées ou non utilisées. Il ne peut être question dans un document aussi court de redonner les bases scientifiques de l'écologie ou de l'agronomie. Nous nous bornerons dans ce qui suit à hiérarchiser ces connaissances et à illustrer par des exemples les points qui sont les plus mal connus.

## ***DU DÉVELOPPEMENT DURABLE À L'AGRICULTURE DURABLE***

Le développement durable a été défini par une commission de l'ONU en 1987 (commission Brundtland) comme **“un développement répondant aux besoins présents d'une humanité solidaire, mais qui laisse aux générations futures la possibilité de survivre et de prospérer”**. En d'autres termes, les nations ont fini par prendre conscience que notre planète était un bien commun unique et que, si l'on voulait que les générations futures vivent dans de bonnes conditions, il faut économiser les ressources naturelles non renouvelables (pétrole, minerais, diversité biologique, etc.), et protéger la qualité de notre environnement (air, eau, sols, etc.). Cette définition a été entérinée lors de la conférence de Rio en Juin 1992. Cette conférence a donc permis de faire admettre au niveau international que la protection de l'environnement faisait partie intégrante du développement économique et que, **le principe de précaution** («l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures efficaces pour protéger l'environnement» -principe n°15 de la

ITCF

Station expérimentale  
91720 Boigneville

déclaration de RIO sur l'environnement et le développement - juin 1992-), doit s'appliquer dans la mesure du possible.

Dans cette problématique la notion de durée est fondamentale mais elle échappe le plus souvent à notre vision car les phénomènes naturels sont souvent lents comparés à la durée de vie d'un homme ou à la gestion au jour le jour de l'économie moderne. Il faut néanmoins se rappeler qu'il a fallu plusieurs millions d'années pour constituer les réserves de pétrole que nous épuiserons sans doute en à peine plus d'un siècle, qu'il faut parfois quelques milliers d'années pour constituer un sol agricole, mais qu'il faut seulement quelques années (ou au plus quelques dizaines d'années) pour le dégrader. De même, la qualité des eaux des nappes phréatiques se dégrade lentement. Par exemple dans le Bassin Parisien l'augmentation de la teneur en nitrates de la nappe de Beauce ou de Champigny se fait, en tendance, à la vitesse d'environ 1 mg/an, ce qui paraît faible, mais en trente ans on passe ainsi de 20 mg (teneur courante d'une nappe peu chargée en nitrates), à 50 mg/l ! (limite de potabilité pour l'Union Européenne). Les technologies utilisées dans l'agriculture moderne (engrais, pesticides, mécanisation, etc.) sont de ce point de vue des phénomènes relativement récents, dont il est difficile de mesurer l'impact à long terme sur les ressources naturelles et sur la qualité des sols, de l'air et de l'eau.

Le développement agricole durable n'est qu'un des aspects du développement durable dont l'objectif est, entre autre, de nourrir les hommes, tout en respectant l'environnement. De plus l'homme doit rester au centre des préoccupations du développement durable (cf. le premier principe de la déclaration de Rio sur l'environnement et le développement en juin 1992) ce qui implique d'améliorer la qualité de la vie dans les zones agricoles aussi bien pour ceux qui y vivent que pour ceux qui y vont pour se détendre. Dans cette perspective on voit bien que l'agriculteur a trois fonctions : économique, écologique et sociale.

Dans ce qui suit nous nous proposons de regarder, comment concrètement, un agriculteur peut, sur le plan de la gestion agronomique de son exploitation, avoir une approche répondant aux préoccupations de l'agriculture durable.

### ***LES PRINCIPES GÉNÉRAUX DE FONCTIONNEMENT DES SYSTEMES INTÉGRÉS***

Certains chercheurs, surtout étrangers (européens, américains) ont essayé de répondre à cette question en proposant le concept de « système intégré » très utilisé par nos collègues européens.

« Un système intégré correspond à une approche globale de l'utilisation du sol pour la production agricole, qui cherche à réduire l'utilisation d'intrants extérieurs à l'exploitation (énergie, produits

chimiques) en valorisant au mieux les ressources naturelles et en mettant à profit des processus naturels de régulation».

La mise en œuvre de cette définition devrait conduire à une agriculture plus autonome, plus économe et plus respectueuse de l'environnement (rappelons que M. Poly - ancien PDG de l'INRA - proposait déjà, il y a 20 ans, ces deux premiers objectifs à l'agriculture française).

Avant d'aborder les pratiques culturales qu'induit cette définition, il faut préciser ce que l'on entend par : «**Valoriser au mieux les ressources naturelles et les processus naturels de régulation**».

Par cette phrase on veut insister sur le fait qu'il existe, dans la nature, des mécanismes que nous oublions d'utiliser à notre profit. Ces mécanismes sont sous-estimés voire ignorés mais sont bien réels. Un arbre est une formidable machine pour recycler des éléments minéraux, grâce à la puissance de ses racines et la chute des feuilles. De même, mais dans une moindre mesure, certaines cultures, comme le blé, qui ont un puissant système racinaire, recyclent des quantités importantes de potasse par l'intermédiaire de la paille.

Les parasites phytophages «les ravageurs» ont presque toujours des prédateurs naturels. Certains carabes mangent des pucerons ou des limaces, les coccinelles ou les syrphes (diptères) consomment des pucerons, etc...

Pour valoriser au mieux les ressources naturelles et les mécanismes régulateurs dont il vient d'être question, cela suppose de maintenir, voire de redévelopper **des systèmes de production mixte**. Il faut entendre ce terme au sens le plus large, c'est à dire considérer une exploitation mixte comme une exploitation sur laquelle il y a différentes formes de production : productions végétales annuelles, productions végétales pérennes (forêt, arbres fruitiers, prairies, etc.), productions animales (herbivore ou autres).

Cette mixité s'entend soit au sein d'une même exploitation, soit au niveau d'un petit territoire. En effet cette mixité est un moyen de limiter les risques économiques pour l'agriculteur qui peut ainsi tamponner les aléas liés à des années de mauvaises récoltes, les variations de prix, voire des changements de politique agricole induisant des variations du niveau des aides. Par ailleurs c'est le seul moyen de valoriser de manière correcte les déjections animales ainsi que d'utiliser les résidus de récolte (pailles, fanes de pois, pulpes de betteraves, etc.).

La complexité de mise en œuvre de cette proposition est évidente, car elle s'oppose à la spécialisation historique des régions (très importante en France durant les trente dernières années), consécutive à des

**Redévelopper  
des systèmes de  
production mixte**

**Les bonnes pratiques sont connues et doivent être validées.**

considérations économiques et structurelles. Néanmoins cette spécialisation a ses limites et, par exemple, les contraintes environnementales, risquent d'obliger certaines régions à se désengager au moins partiellement de certaines production hors-sol, par exemple la production porcine, ce qui doit permettre à d'autres régions de développer cette production.

## **LES PRATIQUES CULTURALES**

Concrètement la définition et les principes énoncés plus haut aboutissent à intégrer dans la conduite de l'exploitation un ensemble de pratiques cohérentes avec les objectifs. La majorité d'entre elles sont connues et relèvent de la « bonne agronomie ». D'autres doivent être encore validées.

### **Diversifier les cultures : l'importance de la rotation**

Il s'agit de construire des rotations à vocations multiples :

- minimisant les problèmes sanitaires.
- minimisant la consommation d'énergie, d'engrais, de produits phytosanitaires.
- couvrant le sol au maximum **durant toute l'année** (et particulièrement en hiver pour limiter les risques de lessivage par les nitrates).
- minimisant les risques économiques liés aux aléas climatiques et économiques (variation de prix).

Pour cela il est souvent nécessaire d'allonger les rotations, trois ans est un minimum, cinq ans incluant des légumineuses et la jachère, est souvent possible dans les zones de grandes cultures. Dans les exploitations avec élevage, il est possible d'avoir des rotations encore plus longues.

Les rotations longues permettent de mieux maîtriser les problèmes sanitaires en diminuant les risques de maladies liées à la parcelle (au sol). Elles permettent aussi de mieux maîtriser les problèmes de mauvaises herbes en évitant la spécialisation de la flore.

De plus elles limitent les besoins en fertilisation chimique dans la mesure où les différentes cultures sont capables de recycler, voire d'extraire, différents fertilisants du sol.

L'introduction de légumineuses permet de faire des économies d'azote mais aussi, de ce fait, de minimiser la consommation d'énergie (rappelons que dans une exploitation céréalière, environ 70 % de l'énergie est consommée sous forme d'engrais azotés).

Afin d'éviter la fuite des nitrates, il est souhaitable, sous nos climats, qu'au moins 65 % de la sole porte un couvert végétal hivernal, ce qui

peut être réalisé par des cultures intermédiaires ou mieux par une rotation équilibrée faisant alterner cultures d'hiver et cultures de printemps ou d'été. Compte tenu du coût d'implantation et d'entretien d'une culture intermédiaire (500 à 700 F/ha) il est souvent plus judicieux de modifier la rotation en introduisant une culture d'hiver, même un peu moins rentable qu'une culture d'été, plutôt que de cultiver des cultures d'été avec une culture intermédiaire pour couvrir le sol en hiver.

Une légumineuse, doit être suivie, soit par une culture intermédiaire, soit par une culture d'hiver.

Enfin, contrairement à ce qui est souvent dit, il faut noter que laisser un sol nu en été (jachère, cultures d'hiver récoltées tôt - dans le sud de la France par exemple - etc.) n'est pas sans risque agronomique et environnemental. Les phénomènes d'érosion sont souvent plus importants avec un orage d'été sur sol sec, qu'en hiver. De plus un sol nu et humide, minéralise beaucoup d'azote en été, et il sera toujours très difficile de capter tout cet azote en automne même avec une culture d'hiver.

Pour conclure sur ce thème il faut insister sur le fait qu'il n'existe pas de cultures miracles qui ne pollueraient pas et d'autres qui seraient néfastes pour l'environnement, c'est globalement la rotation qui est plus ou moins bien conçue. **Le choix de la rotation est le point clé des systèmes intégrés !**

## **Limiter la dimension des parcelles culturales**

La dimension des parcelles devrait être un compromis entre une bonne valorisation du travail et la recherche d'une certaine variabilité d'espèces cultivées dans l'espace.

L'intérêt de limiter la dimension des parcelles réside dans la prévention des risques phytosanitaires. En effet, de nombreuses maladies et certains parasites, transmis par voie aérienne, voient leur vitesse de propagation ralentie par une répartition judicieuse des cultures dans l'espace. La notion d'assolement prend dans ce cas tout son sens.

Une des limites « naturelles » à la dimension des parcelles devrait être de garder une certaine homogénéité intra-parcellaire. En effet, plus une parcelle est grande plus elle risque d'être hétérogène, or sur une parcelle hétérogène il est très difficile d'ajuster le niveau d'intrants aux besoins de la culture et à la nature du sol. Tout particulièrement pour l'azote ou pour l'eau d'irrigation sur des sols de profondeurs variables. Mais des variations de teneur en argile ou en matière organique peuvent justifier aussi des doses différenciées d'herbicides ou de Phospho-Potassique.

Il faut s'attacher autant au choix de la forme de la parcelle qu'à sa dimension, en tenant compte des pentes (pour limiter l'érosion et le lessivage des nitrates et des pesticides), du vent dominant qui transmet certains champignons et certains parasites, etc...

**La bonne dimension est un compromis**

L'agrandissement des parcelles est souvent justifié pour améliorer l'efficacité du travail. On s'aperçoit néanmoins que certains agriculteurs ont tendance à aller au-delà du raisonnable. Dans ce domaine, une bonne limite à se fixer est d'estimer la surface maximum que l'on peut semer en 4 ou 5 heures (une demi-journée de travail).

### **Maintenir, entretenir et aménager les structures paysagères : haies, bosquets, fossés, bandes enherbées...**

Ces éléments de paysages constituent des « espaces naturels » non cultivés (mais entretenus) dont les fonctions peuvent être multiples. Ils permettent de maintenir la diversité biologique (flore et faune) et de favoriser le développement des auxiliaires (carabidées, sylphidées, araignées, etc.). Ils ont également un rôle de régulation hydrique au niveau des bassins versants, en ralentissant la vitesse de concentration de l'eau (et donc en limitant les crues), un rôle de bandes antiérosives, un rôle de protection des cours d'eau contre la pollution d'origine agricole (nitrates et pesticides), et, notamment pour les haies, un rôle de brise-vent et d'abris pour les animaux domestiques.

L'ensemble de ces « espaces naturels » doivent faire l'objet d'un plan tenant compte d'un diagnostic d'exploitation mesurant les risques majeurs en matière d'environnement (protection des cours d'eau, risque d'érosion, etc.). Le plan d'ensemble doit tenir compte des arguments évoqués précédemment sur la forme et la dimension des parcelles. L'objectif est de créer un maillage du territoire.

Ces remarques ne remettent pas en cause l'intérêt du **remembrement**. Le regroupement des parcelles autour du siège de l'exploitation reste une méthode efficace pour améliorer la rationalité du travail d'un agriculteur et elle lui permet aussi de maîtriser plus efficacement la qualité de son environnement. Le remembrement devrait rester un outil important d'aménagement des territoires à condition de ne pas faire table rase de l'existant et de respecter les haies, les chemins, les ruisseaux, etc., dont l'intérêt agronomique et environnemental a été diagnostiqué. On devrait utiliser la même approche que pour les vieux quartiers des villes où on est passé du « je rase tout et je reconstruis », à la notion de réhabilitation pour un habitat fonctionnel.

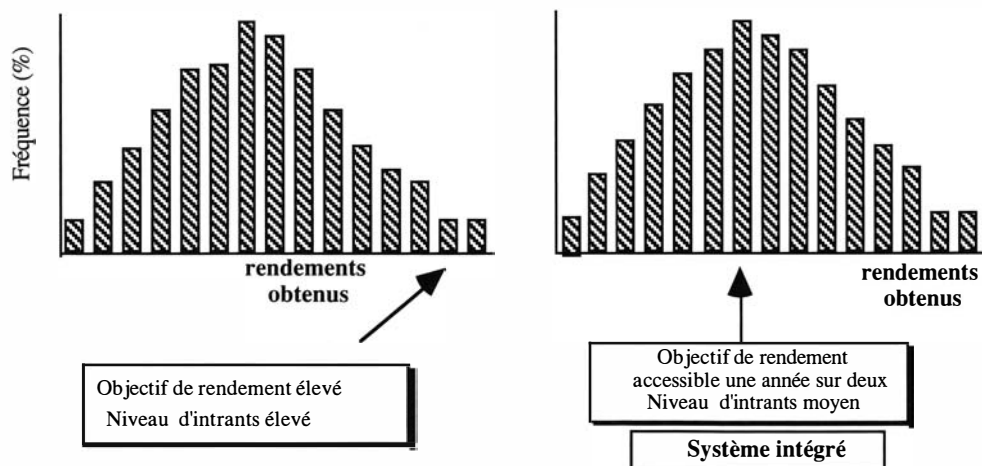
### **Viser un objectif de rendement inférieur ou égal au potentiel pédo-climatique accessible une année sur deux**

Durant les dernières années on a pu constater que, généralement, les agriculteurs choisissaient pour des raisons économiques un objectif de rendement voisin du maximum accessible. Ceci a pour inconvénient de conduire à appliquer des intrants dont une partie n'est valorisée qu'une ou deux années sur dix. Pour l'azote par exemple, choisir un objectif de

rendement accessible une année sur deux permet d'utiliser, en moyenne, tout l'azote mis à la disposition des plantes et donc à limiter au maximum les risques de pertes par lessivage. Cette proposition n'est valide que si elle maintient la rentabilité de la culture sur une série climatique. Le risque de moindre valorisation des bonnes années, doit être, en moyenne, compensé par l'économie d'intrants.

Le choix d'un objectif de rendement plus faible pose deux problèmes aux agriculteurs. D'une part, ils pensent être pénalisés économiquement, mais des travaux récents montrent que ce n'est pas le cas. La baisse des rendements est compensée par une baisse des charges. D'autre part, les agriculteurs pensent généralement que les fongicides, les insecticides, etc... permettent de régulariser les rendements: là encore l'expérience prouve que ce n'est pas le cas et que la variabilité des rendements et des marges est plus faible quand on vise un rendement une année sur deux.

Figure 1: Variabilité des rendements



## Travail du sol simplifié

Dans l'esprit des systèmes intégrés les techniques simplifiées visent surtout la **suppression du retournement du sol** par le labour. Plusieurs objectifs sont poursuivis. Il s'agit de permettre d'améliorer la teneur en matière organique en surface, d'augmenter l'activité biologique de surface, de diminuer le lessivage de l'azote, de freiner l'érosion, de réduire les consommations de fuel et les charges de mécanisation.

Néanmoins, l'utilisation des techniques de travail du sol simplifié pose le problème du développement d'adventices (les vivaces, mais



aussi des annuelles: gaillets, brômes, etc., qui peuvent poser de réels problèmes) qui nécessite d'avoir recours plus souvent aux herbicides, ce qui pourrait paraître contradictoire avec l'idée de base visant à réduire l'utilisation de produits phytosanitaires.

Les essais réalisés ces dernières années, dans ce domaine, ont montré l'importance d'une bonne gestion de l'interculture. C'est en effet durant cette période que l'on peut efficacement lutter contre les adventices soit par des procédés mécaniques (par exemple: déchaumage et roulage = un faux semis) soit par des méthodes chimiques (en particulier pour les vivaces) en alternance avec des méthodes mécaniques.

L'allongement des rotations, dont il a été question plus haut, devrait permettre de limiter aussi les risques. Dans certains cas on pourra être amené à introduire un labour dans la rotation pour maîtriser ce problème d'adventices, en se souvenant néanmoins qu'une grande partie de l'intérêt agronomique des techniques simplifiées sera perdu à chaque labour.

## **Adaptation de la fertilisation**

Les niveaux de fertilisation doivent être basés sur des bilans matières (N total, P, K, etc.), au niveau de l'exploitation et au niveau des parcelles. Ces bilans «entrées-sorties» doivent être équilibrés et ne jamais dépasser en situation de croisière 100 - 110 % (voire moins dans certaines situations) des exportations globales hors de l'exploitation. Il faut rappeler qu'il est plus important de nourrir la plante que de nourrir le sol et que la notion de «vieille graisse» est aujourd'hui abandonnée par les agronomes.

La fertilisation azotée doit être ajustée en fonction de l'objectif de rendement, tel qu'il a été défini plus haut. Le principe du calcul par la méthode du bilan est valable, avec quelques adaptations, pour toutes les cultures annuelles. L'objectif de rendement étant inférieur au potentiel pédo-climatique des meilleures années, celui-ci sera atteint plus souvent et, par conséquent, la quantité d'azote potentiellement lessivable sera diminuée. En matière d'azote, pour les céréales à paille, il est important d'être attentif à l'incidence d'une baisse de la dose d'azote sur la teneur en protéine. Si l'ensemble de la conduite de culture n'est pas bien ajustée (voir ci-dessous) les risques d'avoir une teneur en protéines trop faible, existent.

## **Choix des variétés, de la date et de la densité de semis**

Ces choix s'inscrivent dans la stratégie globale de la conduite de la culture et doit être cohérent avec l'objectif de rendement visé.

Le choix des variétés doit intégrer en priorité la résistance aux maladies et non le potentiel génétique. La qualité doit aussi être un

critère important de choix auquel il faut rajouter les critères classiques de précocité, de résistances au froid, etc..

Pour minimiser les risques sanitaire et économique, il faut aussi éviter d'utiliser une seule variété sur l'exploitation. On observe depuis quelques années que de nombreux agriculteurs ne cultivent, une année donnée, qu'une variété de blé sur leur exploitation. Cette stratégie est à éviter, car elle augmente l'incidence économique d'inévitables accidents sanitaires ou physiologiques (Exemple: Joss avec la rouille jaune en 1975, Moulin en 1987 - accident physiologique ayant, dans certaines régions, entraîné des rendements de l'ordre de 15q/ha).

Les densités de semis doivent être calculées au plus juste. Rappelons que de nombreuses maladies sont favorisées par des densités de semis trop élevées (ceci a été démontré pour les maladies du pied des céréales à pailles ou pour certaines maladies du pois).

Les dates de semis ne doivent pas non plus être trop précoces. Il faut rechercher un bon compromis entre de bonnes conditions d'implantation et le risque de favoriser le développement de maladies ou de mauvaises herbes qui nécessiteront l'utilisation importante de produits phytosanitaires.

## Réduction des traitements phytosanitaires

L'ensemble des pratiques décrites précédemment (choix adapté des rotations, des variétés, des dates et densités de semis, diminution de la dose d'azote, etc.) conduit globalement à limiter les risques de développement parasitaire: on aura donc un développement moindre, ou moins rapide, de mauvaises herbes, de maladies, de ravageurs. Le nombre d'interventions nécessaires aux cultures devrait donc se réduire.

Le cadre de décisions de ces traitements phytosanitaires se situe dans une logique de conduite raisonnée. L'utilisation des produits phytosanitaires doit être considérée, non comme un moyen de production, mais comme un recours possible. En cas d'apparition fréquente d'un problème sanitaire, il faudra toujours se poser la question de savoir si les pratiques culturales mises en œuvre sont bien adaptées au contexte. Dans la mesure du possible, les interventions seront décidées en présence des maladies ou des parasites, et **non en préventif**, et en fonction des seuils de nuisibilité et/ou en utilisant au maximum les modèles de prévisions et les avertissements agricoles.

Quand on aura recours aux produits de traitements, on essaiera de choisir les produits ayant le minimum d'impact sur l'environnement. Ce choix étant difficile car de nombreux critères devraient être pris en compte (solubilité dans l'eau et les liquides organiques, rémanence, toxicité pour l'homme, pour les poissons et pour les crustacés, spécificité, etc.), il est conseillé de s'appuyer sur le diagnostic d'exploita-

**Des pratiques qui limitent le développement des parasites**

tion ou de territoire pour privilégier tel ou tel critère. Par exemple, dans un site où la protection des eaux est le facteur le plus important, on privilégiera le choix de molécule agissant par voie foliaire, et peu rémanente (DT 50 < 100 jours, par exemple). Si, au contraire, il s'agit de protéger la faune sauvage et auxiliaire, on choisira plutôt des produits à spectres étroits et à faible toxicité.

Enfin, toujours dans le cas d'utilisation de produits phytosanitaires on cherchera à traiter dans des conditions optimum (stades jeunes pour les adventices, conditions météo, etc...) pour minimiser les doses d'emploi. De plus, on veillera au bon réglage des appareils de traitement et à l'utilisation correcte des fonds de cuves et des bidons vides.

En matière de désherbage, on peut concevoir des interventions mécaniques ou mixtes (mécaniques et chimiques), en particulier dans les zones de captage des eaux, ce qui suppose un matériel et des implantations adaptées.

Les conseils pratiques que l'on vient de présenter sont hiérarchisés, ce qui fait qu'un conseil sera d'autant plus facile à appliquer que l'ensemble des conseils qui précèdent auront été appliqués. Cependant, chacune de ces pratiques a un poids plus ou moins grand dans la durabilité des systèmes de production. C'est ce que nous avons voulu exprimer par le tableau 1.

Tableau 1 :  
Contribution de  
différentes pratiques  
culturales sur la  
durabilité des  
systèmes.

|                         | Durabilité environnementale |                       |                          | Durabilité<br>économique | Durabilité<br>agronomique |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
|                         | Biodiversité                | Pollution<br>de l'eau | Ressources<br>naturelles |                          |                           |
| Mixité                  | + + +                       | + +                   | + +                      | + + +                    | + + +                     |
| Rotation                | +                           | +                     | +                        | + +                      | + +                       |
| Travail du sol          | + (Sol)                     | +                     | + +                      | +                        | +                         |
| Diminution parcelles    |                             |                       |                          |                          |                           |
| Assolement              | + +                         | +                     | 0                        | 0                        | +                         |
| Zone non cultivée       | + + +                       | + +                   | 0                        | 0                        | +                         |
| Objectif de rendement   | 0                           | + +                   | + +                      | 0                        | 0                         |
| Variété, Date, Densité  | +                           | 0                     | 0                        | 0                        | + +                       |
| NPK                     | 0                           | + +                   | + +                      | + +                      | + +                       |
| Protection des cultures | + +                         | + +                   | 0                        | +                        | + +                       |

0: neutre, sans effet ou effet très faible    +: effet faible    ++: effet moyen    +++: effet fort

## ÉTAT DE LA RECHERCHE SUR LES SYSTÈMES INTÉGRÉS EN GRANDES CULTURES

Les systèmes intégrés ont été historiquement développés en arboriculture fruitière dans les années 1960. Les tenants de la lutte biologique s'étaient en effet rendus compte qu'il était impossible de maîtriser le parasitisme de ces cultures uniquement par des moyens biologiques. Par contre, en combinant certaines pratiques agronomiques, la lutte biologique et, en dernier ressort, les produits phytosanitaires, ils parvenaient à réduire de manière substantielle l'utilisation de ces derniers. Aujourd'hui, de nombreux arboriculteurs appliquent ces techniques, dans le cadre, ou non, de groupement de producteurs. L'inconvénient majeur évoqué par ces agriculteurs est souvent la pression psychologique qu'entraînent ces conduites de culture, car les décisions de traitements sont liées à la surveillance du développement des parasites, et les erreurs peuvent avoir des répercussions économiques importantes.

Pour les grandes cultures, les premiers travaux de recherche entrepris sur ce thème datent d'une quinzaine d'années. Ils ont été réalisés en Allemagne, à Lautenbach (près de Stuttgart) et aux Pays-Bas, à Nagele. Puis progressivement à partir de 1989, une quinzaine d'autres sites ont été mis en place dans six pays de l'Union européenne ainsi que dans certains autres pays européens.

Les pays ont mis en place, de manière coordonnée, des dispositifs expérimentaux proches de l'échelle d'une exploitation agricole réelle (15 à 75 ha) avec des parcelles élémentaires de dimension importante: 1 à 5 ha. Ce choix est justifié d'une part, pour pouvoir utiliser du matériel agricole standard, ce qui permet d'enregistrer des temps de travaux réels, les consommations de fuel, et d'une manière plus générale de mesurer la faisabilité des différents systèmes étudiés. D'autre part il permet de mesurer les effets des systèmes sur l'environnement.

Généralement deux systèmes sont mis en comparaison :

- **conventionnel**, ce sont les pratiques habituelles des agriculteurs de la région: culture, rotation, niveau d'intrants, équipement,
- **intégré**, ce système reprend les principes énoncés ci-dessus, ce qui se traduit par des rotations généralement plus longues, la simplification du travail du sol, l'utilisation de variétés résistantes, une baisse dans l'utilisation des engrais, de faibles doses d'herbicide et/ou l'utilisation de désherbage mécanique, une faible utilisation de fongicides et d'insecticides, grâce à la valorisation des mécanismes naturels de régulation. Néanmoins, certains aspects qui concernent l'aménagement de l'espace (parcellaire, bande enherbée, etc...) ne peuvent pas vraiment être pris en compte dans ce type d'essai.

En **Allemagne**, la réduction de pesticides est en moyenne de 27 % (en matière active) entre conventionnel et intégré. En ce qui concerne l'azote, une réduction importante a pu être obtenue sur les betteraves par la localisation de l'azote liquide sur les lignes de semis. Les marges brutes obtenues pour les deux systèmes sont équivalentes.

Au **Royaume Uni**, l'essai est implanté près de Bristol. La baisse de niveau d'intrants entre conventionnel et intégré est de: 40 % pour l'azote, 28 % pour les herbicides, 80 % pour les fongicides, 61 % pour les régulateurs de croissance et le système intégré n'a reçu aucun insecticide. Les rendements ont baissé en moyenne de 14 % et le niveau d'intrants a baissé en valeur de 31 %, ce qui entraîne une baisse de revenu de 6 % aux prix 1991.

En **Hollande**, il s'agissait de développer des fermes pilotes appliquant les principes de l'agriculture intégrée. La première année a surtout consisté à mettre en place les infrastructures nécessaires, en particulier de faire évoluer la rotation à base de pomme de terre, d'oignons et de blé vers une rotation plus longue, couvrant mieux le sol en hiver. Au cours de cette première année, un enherbement des bordures de fossés a été réalisé pour limiter la pollution des eaux par les pesticides et les engrais.

Au **Danemark**, trois essais ont été mis en place, avec dans certains cas un système organique (en France on dirait biologique). Les premiers résultats montrent l'importance d'une très bonne maîtrise de la fumure organique qui est considérée comme le problème clé, aussi bien pour le système intégré que pour le système biologique. Rappelons que classiquement, au Danemark, on trouve beaucoup de systèmes céréales - porc. Le deuxième problème rencontré et non totalement maîtrisé, est celui du désherbage.

En **France**, quatre essais ont été implantés en collaboration avec l'ACTA dans des milieux pédo-climatiques très contrastés.

Les travaux réalisés montrent qu'en modifiant les itinéraires culturaux de manière globale et cohérente, il est possible de réduire de manière significative l'utilisation d'intrants, en particulier d'azote et de fongicides sans affecter de manière sensible le résultat économique. Cependant, les résultats obtenus sont encore très irréguliers en fonction des sites expérimentaux et des cultures. Néanmoins le contexte de baisse importante des prix, dû à la réforme de la PAC, favorise les systèmes intégrés qui utilisent peu d'intrants.

Ces essais, relativement lourds et coûteux, donneront à moyen ou sur long terme des informations sur l'impact de ces systèmes sur l'environnement. A terme, ils donneront des informations sur les dérives possibles de fertilité que pourrait entraîner la réduction d'intrants à

«effet de patrimoine» comme la fumure de fond et le désherbage. Ils permettront, entre autres, d'évaluer l'intérêt micro-économique de ces systèmes, en incluant, au-delà de la marge brute, les charges de mécanisation, le temps de travail, le coût d'entretien des éléments du paysage.

## **OBSTACLES À LA MISE EN ŒUVRE DES SYSTÈMES INTÉGRÉS**

Il existe encore de nombreux obstacles techniques. Les connaissances dans ce domaine sont limitées et, de plus, on manque cruellement de recherche sur l'écologie des agro-eco-systèmes. Par exemple, on ne sait pratiquement rien sur les phénomènes d'allélopathie, ces produits toxiques exsudés par les racines des plantes et qui limitent le développement des adventices (la moutarde a des effets spectaculaires).

Le deuxième problème provient de la difficulté de transférer ces connaissances. La caractéristique de ces systèmes est qu'ils doivent être adaptés très précisément aux conditions de milieu, ce qui nécessite de ne pas appliquer des recettes, mais que les agriculteurs comprennent les mécanismes biologiques de base.

Avec une approche «conventionnelle», on peut décrire une conduite du blé applicable à Lille ou à Toulouse. Le développement agricole de ces dernières décennies s'est fait en grande partie à partir de recette facile à transposer sur tout le territoire. Le transfert de connaissances plus fondamentales risque donc d'être lent.

Sur le plan économique, (pour l'agriculteur), les gains à attendre sont faibles ou nuls. Le seul intérêt est pour la collectivité. Il est donc difficile de demander à des agriculteurs de changer d'attitude, d'autant plus que ces systèmes leur demanderont plus de connaissances et plus de surveillance de leurs cultures.

Dans certains cas, des investissements spécifiques sont nécessaires (remodelage du parcellaire, implantation de haies, modification du drainage, etc...).

Enfin les droits à produire, quota laitiers, quota bettraviers, quota de prime bovins ou ovins, primes/ha pour les céréales et les oléo-protéagineux sont de réels obstacles pour faire évoluer certains éléments clés du système, à savoir, la rotation et la «mixité».

Néanmoins, l'ensemble de ces obstacles n'est pas insurmontable, car le budget européen du FEOGA garanti (les aides directes pour les agriculteurs) est proche de 40 milliards d'ECU (280 milliards de francs). Cet argent pourrait être un formidable levier pour encourager les agriculteurs à développer une agriculture plus durable.

**Des gains à  
attendre faibles  
ou nuls**

## BIBLIOGRAPHIE

### Ouvrages généraux

- W. MATTHEY, E. DELLA SANTA, C. VANNENMACHER, 1984. *Manuel pratique d'écologie*. Payot Lausanne, 250 pages (Les bases de l'écologie: des méthodes pour observer, compter, déterminer etc...).
- 1993: *Un point sur ...Agriculture et Société*. INRA Association Descartes. Texte présenté à un colloque en février 1993. Quelques bons articles sur agriculture et environnement.
- A. EL TITI: E.F. BOLLER et J.P. GENDRIER. Production intégrée. Principes et directives techniques. Bulletin OILB 1993. 97 pages.
- J. POLY - 1977: Recherche Agronomique - réalité et perspective - Paris INRA (72 pages)
- 1989: *Alternatives Agriculture*. National Academy Press Washington D.C., 447 pages passionnantes. Diagnostic sur l'agriculture américaine et ses conséquences sur l'environnement. Quelques expériences

### Livres ou articles plus spécifiques

- Mai 1991. *Simplification du travail du sol*. INRA édition 172 pages. Bonne synthèse sur le sujet dont 1 chapitre est consacré à la préservation de l'environnement.
- F.HÄNI, et al, 1990. *Protection des plantes en production intégrée; Grandes cultures*. Inz (Centrale des moyens d'enseignement agricole 30520 Zollikoffen. CH.). Livre 330 pages. Intéressant surtout pour sa partie sur les auxilliaires .
- LIMAUX F, *Adaptation de la fertilisation azotée à des systèmes céréaliers moins intensifs*: résultat en Lorraine sur petites terres à cailloux pour le blé d'hiver. COMIFER Strasbourg 26-28 septembre 1991.
- VEREIJKEN P., VIAUX P., 1990. *Vers une agriculture «intégrée»* in «La recherche», n° 227, pages 22-27.
- GIRARDIN P., 1992. *Agriculture intégrée et recherche. Comment lever les barrières*. INRA mensuel n° 64, pages 29-32.